

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-113995

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 3 B 21/10

G 0 3 B 21/10

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-299095

(22) 出願日 平成7年(1995)10月23日

Jap. Pat. OPI No. 9-113995 (5-2-97)

Jap. Pat. Appln. No. 7-299095 (10-23-95)

Applicants: DENSO CORP &amp; NIPPON SOKEN INC

(71) 出願人 000004280

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(72) 発明者 竹内 祥修

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

(72) 発明者 小池 理

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊藤 求馬

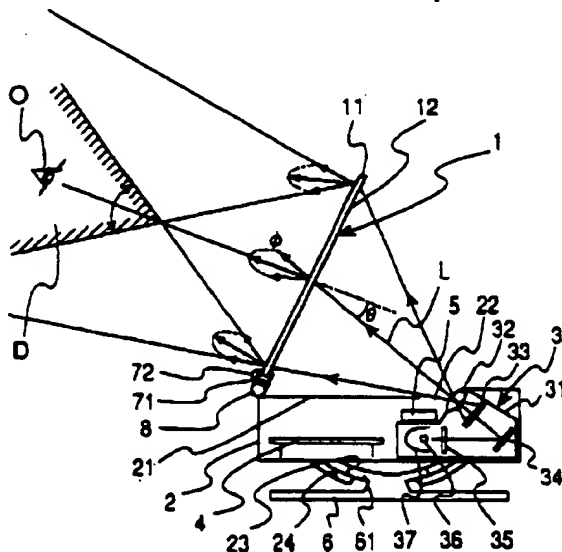
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】 実像で観察する方式の表示装置で、明るい表示像を得ること、観察者の姿勢等に応じて良好に観察すること、画質の劣化を防止することである。

【解決手段】 観察者Oに対向して設けられ、基板11上にホログラム層12を形成した透過型のホログラムスクリーン1と、これに表示像を斜め方向から所定の投影角度 $\theta$ で投影する投影手段3とを備え、投影角度 $\theta$ を投影手段3からホログラムスクリーン1に入射する投影光Lのホログラム層12での強回折角度が観察者O方向に指向する角度として、観察者Oの目に投影手段3の光源の放射光がホログラムスクリーン1で効率よく回折、入射するようにする。またホログラムスクリーン1と投影手段3とを共通の基台2に設け、これを仰角および方位角可変に支持する構造とする。また像質を左右するホログラム層12を、観察者O等が直接触れることのない基板11の裏面側に位置せしめる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 観察者に対向して設けられ、基板上にホログラム層を形成した透過型のホログラムスクリーンと、該ホログラムスクリーン上に表示像を斜め方向から所定の投影角度で投影する投影手段とを具備せしめ、上記ホログラムスクリーン上に投影された表示像を観察者が観察するようになった表示装置において、上記投影角度を、上記投影手段から上記ホログラムスクリーンに入射する投影光の上記ホログラム層での強回折角度が観察者方向に指向する角度としたことを特徴とする表示装置。

【請求項2】 請求項1記載の表示装置において、上記ホログラムスクリーンと上記投影手段とを共通の基台に設け、該基台を仰角および方位角可変とした表示装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の表示装置において、上記ホログラムスクリーンを上記基板側を上記観察者に対向せしめて設置した表示装置。

【請求項4】 請求項1ないし3記載の表示装置において、上記ホログラムスクリーンの上記ホログラム層の表面に透明な保護膜を形成したことを特徴とする表示装置。

【請求項5】 請求項1ないし4記載の表示装置において、上記ホログラムスクリーンと上記投影手段とを共通の基台に設け、上記ホログラムスクリーンを上記基台に脱着可能に設置した表示装置。

【請求項6】 請求項1ないし5記載の表示装置において、上記基台を天板に開口部を設けたケーシングで構成し、該ケーシング内に、上記投影手段を表示像の投影方向を上記開口部に向けて格納し、上記ホログラムスクリーンを上記表示像の結像位置に配して上記ケーシングに設置した表示装置。

【請求項7】 請求項1ないし6記載の表示装置において、上記ホログラムスクリーンと上記投影手段とで形成される光学系の光路の途中もしくは上記ホログラムスクリーンに近接して、表示像の輝度分布を補正する輝度補正フィルタを設けたことを特徴とする表示装置。

【請求項8】 請求項1ないし6記載の表示装置において、上記ホログラムスクリーンの回折効率を投影像の輝度分布と逆の傾向に分布せしめたことを特徴とする表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は表示像を背景と重畳して見ることのできる表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から表示装置としてはCRTや液晶表示板等が広く用いられている。これらの表示装置では表示画面しか表示されないため、例えば伝真などの入力作業をする場合、度々の視線移動で作業者に負担をかけていた。そこで表示像を背景と重畳して見ることのでき

2

る表示装置が望まれていた。そのような表示装置としてはヘッドアップディスプレイ装置があるが、これは表示像を出力する表示部と、観察者に対向して設けられた半透過、半反射のコンバイナとを備えており、表示像をコンバイナで反射させて、表示像の虚像が観察者の目に映じるようにしたものである。表示像と背景の両方を視線を大きく移動させることなく見られるという特徴を活かして飛行機や自動車のメータ表示等で実用化されている。しかしながら上記ヘッドアップディスプレイ装置では、表示部の映像の出力面とコンバイナの間の光路長の分だけ虚像の位置がコンバイナから後退し、机上の作業には向いていない。そこで特開平4-293032号公報、特開平4-298710号公報記載の表示装置のように表示部で出力された表示像をホログラムスクリーン上に投影せしめて、表示像を実像で観察できるようにしたものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで表示像を背景に重畳させて観察する場合、背景と同等以上に明るい表示像を得る必要がある。しかしながら上記表示装置では、明るい表示像を得るためには投影装置の光源が大型となる。またホログラムスクリーンがケーシングや机に固定され、観察者の姿勢や位置が限定されるため観察者の座高等によっては良好に表示像を見ることができず、使い勝手に問題がある。また表示面となるホログラムスクリーンが従来の表示装置のように観察者に近い位置にあるからホログラム層が傷つきやすく、観察者の目に映じる表示像の像質が劣化するという不具合があった。

【0004】 そこで本発明は上記課題に鑑みてなされたもので、光源の大型化を避けて小さな光源で効率よく明るい表示像を得ることができ、表示像を観察者の姿勢や位置によらず良好に視認することができ、表示像の劣化の少ない表示装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は表示装置において、図1に示す観察者Oに対向して設けた透過型のホログラムスクリーン1と、ホログラムスクリーン1に表示像を斜め投影する投影手段3を具備せしめ、さらに斜め投影における投影角度 $\theta$ を、投影光Lのホログラム層12での強回折角度が観察者O方向に指向する角度とした。これにより観察者Oの目にはホログラム層12で回折した投影光が効率よく入射して表示像が明るく感じられ、可及的に投影手段3の光源を小さくして、省電力および装置の小型化を可能とした（請求項1）。

【0006】 本発明は表示装置のホログラムスクリーン1と投影手段3とを仰角および方位角可変の共通の基台2に支持する構造とし、これにより投影角度 $\theta$ を投影光のホログラム層12での強回折角度が観察者O方向に指向する角度に保持したまま観察者Oの座高等に応じて視域を変更することができ、装置の実用効果を向上させた

3

(請求項2)。

【0007】本発明は、ホログラムスクリーン1をその基板11側が観察者Oに対向するように位置せしめ、観察者O等がホログラムスクリーン1に触れることがあってもホログラム層12に形成した回折パターンには傷がつかず、使用するうちに像質が劣化しないようにした

(請求項3)。またホログラムスクリーン1のホログラム層12の表面にアクリル等の保護膜を形成して上記回折パターンを保護するようにした(請求項4)。

【0008】本発明は、ホログラムスクリーン1を上記基台2に脱着可能に設置し、観察可能な領域の異なるホログラムスクリーン1を適宜交換して用途に応じた表示ができるようにした(請求項5)。

【0009】本発明の表示装置は、投影手段3を天板21に開口部22を形成した基台たるケーシング2内に格納し、投影手段3の投影方向を開口部22に向け、ホログラムスクリーン1をケーシング2に投影手段3に対向して設け、投影角度 $\theta$ を投影光のホログラム層12での強回折角度が観察者方向に指向する角度に保持したまま、容易に持ち運びができるようにした(請求項6)。

【0010】本発明の表示装置は、ホログラムスクリーン1上での表示輝度の不均一を補正する輝度補正フィルタをホログラムスクリーン1と投影手段3とで形成される光学系の光路の途中もしくはホログラムスクリーン1に近接する位置に設け、斜め方向からホログラムスクリーン1に投影することにより生ずる表示像の輝度むらを低減するようにした(請求項7)。またホログラムスクリーン1の回折効率をホログラムスクリーン1上で輝度が低い位置で高く、輝度が高い位置で低くした表示装置とすることで表示像の輝度むらを低減できるようにした(請求項8)。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の表示装置を図1に示す。表示装置の基台となるケーシング2は薄型の箱状で、スタンド6に支持されており、その天板21には、開口部22が形成してある。ケーシング2の上方にはホログラムスクリーン1が配設してある。ホログラムスクリーン1は透明な基板11にホログラム層12を形成したものを長方形の平板状に成形したもので、基板11が観察者O側に位置せしめてあり、その下端がケーシング2の天板21の前縁に沿って設けたホログラムスクリーン受け部71の溝に嵌装してある。ホログラムスクリーン受け部71とホログラムスクリーン1とは、これらを挿通する取付けネジ72により結合している。ホログラムスクリーン受け部71は天板21の前部に設けたヒンジ8に連結しており、表示装置の使用時にはホログラムスクリーン1が所定の傾斜角でロックし、不使用時には天板21上に倒れるようになっており、収納が容易でかつ開口部22から塵埃が進入するのを防止している。

【0012】ケーシング2内の奥側には投影手段たる投

4

影光学ユニット3が格納してある。投影光学ユニット3の筐体31は薄型の矩形をしており、奥側で上面が膨んでいる。この膨らみ部の手前側の傾斜面に形成した開口部にはホログラムスクリーン1と対向して投影レンズ32が嵌め込められている。投影レンズ32の後方のホログラムスクリーン1が結像する位置に、これと対向して液晶表示素子33が設けてあり、液晶表示素子33に出力される表示像を投影レンズ32を介してホログラムスクリーン1上に拡大投影するようになっている。これらで投影光学系を形成している。液晶表示素子33からホログラムスクリーン1に到る主光軸Lとホログラムスクリーン1の表示面の法線のなす角度(以下、投影角度という) $\theta$ はホログラムスクリーン1の特性にもとずく後述する角度に設定してある。

【0013】筐体31の前部にはハロゲンランプ36とその周囲を囲むように配した凹面状のリフレクタ37が設けてあり、ハロゲンランプ36から放射した光をリフレクタ37で集光し、平行光等の集光状態にして効率よく筐体31の奥側に放射するようになっている。その光軸上には赤外線および紫外線を除去する光学フィルタ35と、ミラー34とが設けてあり、ハロゲンランプ36から放射された光が光学フィルタ35を介してミラー34に到り、そこで向きを手前側に斜め上方に変えて液晶表示素子33を照明するようになっており、照明光学系を形成している。

【0014】筐体31の上面には冷却用ファン5が設けてあり、ハロゲンランプ36等の放熱をするようになっている。ケーシング2の手前側には回路基板4が設けてあり、回路の映像入力端子に接続されたビデオやコンピュータ等から出力されるNTSC、RGB等の映像信号を入力として液晶表示素子33を駆動するドライバ回路、ハロゲンランプ36、冷却ファン5の電源回路等が形成されている。

【0015】ケーシング2の下面には下向きに凸状の球殻部23、24が内外二重に形成してあり、外側の球殻部24は中央に開口部が形成されている。内側の球殻部23をスタンド6が上向きに凹の球殻状の受け皿部61で支持しており、ケーシング2が受け皿部61に沿って動くとその仰角および方位角が変わるようになっている。ケーシング2の外側の球殻部24の開口部の径はスタンド6の受け皿部61の径よりも小さくしてあり、ケーシング2とスタンド6とが不意に外れないようになっている。

【0016】ホログラムスクリーン1と投影角度について説明する。ホログラムスクリーン1は図2に示すように、フォトリソ法またはDCG(重クロム酸ゼラチン)等により形成されている乾板91に対してスリガラス等よりなる拡散板92を透過してくる物体光L1を投射するとともに、物体光L1と同じ側から参照光L2を投射する。これにより乾板91は、拡散板92の情報を含む

5

ホログラム回折格子が記録された透過型のホログラム光学素子となる。これがホログラムスクリーン1となる。ホログラムスクリーン1に一定の入射角度で入射した光が強く回折される方向は物体光L1および参照光L2を投射する角度等に依存し、一意的に決定する。またホログラムスクリーン1に入射した光の拡散角度 $\phi$ は拡散板91の拡散特性に依存し、一意的に決定する。ホログラムスクリーン1は表示装置の使用時には所定の傾斜角でロックし、投影角度 $\theta$ がホログラムスクリーン1に入射した投影光が強い回折角度で観察者O方向（通常図1に示すごとくホログラムスクリーン1に対して略直角方向）に指向する角度に固定される。

【0017】上記表示装置の作動を説明する。観察者はまずホログラムスクリーン1が見やすいように（通常は観察者とホログラムスクリーン1とがまっすぐに対向するように）自分の座高や表示装置の設置場所等に応じて表示装置の仰角と方位角を調整しておく。ビデオ等からの映像信号が入力すると回路基板4のドライバ回路が液晶表示素子33を駆動して、液晶表示素子33に表示像が出力される。

【0018】一方、ハロゲンランプ36の放射光が光学フィルタ35で赤外線や紫外線を除去され、可視光のみがミラー34で斜め上方に反射して液晶表示素子33に入射する。しかし液晶表示素子33に出力された表示像が投影レンズ32によりホログラムスクリーン1上に実像を結び、実像を結んだ光はホログラム層12で回折し一定の拡散角度 $\phi$ で円錐をなして放射する。ホログラムスクリーン1の表示域の全ての点からの円錐が重なる位置のとり範囲が表示像をみることのできる範囲（図中のハッチング部分で以下、視域という）Dとなる。投影角度 $\theta$ を投影光学ユニット3からホログラムスクリーン1に入射する投影光のホログラム層12での強い回折角度が観察者方向に指向する角度としたから、ハロゲンランプ36の放射光は効率よく視域Dに到る。しかし投影光学ユニット3の光源を大型にせずとも、視域Dにおいて観察者Oは明るい表示像を見ることが出来る。

【0019】図3は上記表示装置の光学系と等価な光路図を示すもので、ホログラムスクリーン1を14インチ（したがって短辺の長さは222mm）、投影角度を40度、ホログラムスクリーン1の傾斜角を10度、ハロゲンランプ36とホログラムスクリーン1の間の水平方向の光学距離（以下、プロジェクタ投射距離という）を250mmとし、観察者のアイポイントOをホログラムスクリーン1の手前500mm（これは14インチ程度の表示装置を見るとき一般的な距離であり、以下、想定視距離という）のところとしてある。ハロゲンランプ36から放射された光のうち、ホログラムスクリーン1で回折する光は観察者のアイポイントOの方に進み、観察者のアイポイントOの周囲に視域Dを形成する。一方、ホログラムスクリーン1からさらに直進する0次回折光は観

6

察者のアイポイントOの上方（図においてハロゲンランプ36から延びる2本の矢印で挟まれた範囲）に向けて放射される。0次回折光が放射される位置に観察者のアイポイントがあると、ハロゲンランプ36が目映じて眩しく感じるが、上記表示装置では図のごとく視域Dと0次回折光が放射される範囲とが重なる領域は極く僅かであり、観察者のアイポイントOは0次回折光が放射される範囲から離れている。したがって通常、ハロゲンランプ36が目映じることなく快適に表示像をみることが出来る。

【0020】観察者のアイポイントOは通常の表示装置のようにホログラムスクリーン1と500mm程度の近い距離で対しているから、ホログラムスクリーン1の表面に触れることもあるが、観察者側に位置しているホログラムスクリーン1の基板11は観察者Oが触れても観察される表示像の像質に特に影響はなく、裏面側に形成されたホログラム層12には触れることがないのでホログラム層12の微細な回折パターンを傷つけず、像質が劣化することはない。しかも基板11側の汚れはクロスで拭くことができ、手入れが容易である。

【0021】万一ホログラム層12に傷がつけば、取付けネジ72を外してホログラムスクリーン1を外し、そして新しいホログラムスクリーンを装着すればよく、メンテナンスが容易にできる。また視域の異なるホログラムスクリーンを複数用意しておき、例えば視域の広いものを複数人観察用、視域の狭いものを単数人観察用として適宜交換して使い分けることもできる。

【0022】また別の実施の形態としては投影光学ユニットを異なる位置に複数並設し、ホログラムスクリーン上に異なる複数の表示像を投影する。ホログラムスクリーンは参照光および物体光の入射角度の複数の組合せで多重露光して作製する。そして各投影光学ユニットの投影角度を各投影光学ユニットからホログラムスクリーンに入射する投影光のホログラム層での強い回折角度がそれぞれの投影光学ユニットごとに異なる方向に指向する角度とし、上記異なる方向にそれぞれの視域を形成する。かかる表示装置では1つのホログラムスクリーンに投影される複数の表示像を、見る角度を変えることによりそれぞれ分離して見ることが出来る。この場合、表示像の分離を良くするにはホログラムスクリーンの拡散角度が小さくなるように拡散板の拡散特性は弱くしておくのがよい。

【0023】なお、ホログラムスクリーンと投影光学ユニットとをケーシングに一体に格納したが、必ずしもこれに限定されるものではなく基台たる机等に組み込むようにしてもよい。あるいはホログラムスクリーンと投影光学ユニットとを別体としてもよい。

【0024】またケーシングをスタンドがその球殻状の受け皿部で支持して仰角と方位角とを一緒に変えられる機構にしたが、仰角と方位角とをそれぞれ独立に調整す

7

る機構にしてもよい。例えばヒンジ機構と回転テーブル機構を組み合わせることができる。

【0025】またホログラムスクリーンを基板側が観察者側に位置するようにしたが、ホログラム層の表面に保護膜たるアクリル等のハードコートを形成してホログラム層が傷つくのを防止してもよい。この場合、必ずしも基板側を観察者側に位置せしめる必要はない。

【0026】また表示像を斜めに投影することによりホログラムスクリーンに投影される表示像は表示輝度が光軸の中心部で高く周辺部で低い分布を示すが上記投影光学系、照明光学系の光路の途中に、もしくはホログラムスクリーンに近接して上記周辺部が上記中心部より透過率が高い輝度補正フィルタを挿入して輝度分布を均一化することができる。あるいはホログラムスクリーンのホログラム層の回折効率を上記中心部で周辺部より低くしたホログラムスクリーンを使用しても同様の効果が得られる。そのようなホログラムスクリーンは、作製するときに拡散板の輝度分布を光軸中心部に相当する位置で上記周辺部に相当する位置より低くなるようにすればよい。例えば透過率を下げるフィルタを拡散板の光軸中心部に相当する位置の出射側に配置する。また表示像を斜めに投影することによりホログラムスクリーンに投影される表示像は投影倍率が上側で大きく下側で小さくなる台形歪が生じるが液晶表示素子に出力される表示像を上記台形歪を相殺するように予め歪ませておけば、ホログラムスクリーンには台形歪のない表示像を投影させることができる。

【0027】また投影角度は40度としたが必ずしもこれに限定されるものではなく、ホログラムスクリーンを作製するときの参照光および物体光を投射する角度等に応じて、投影光学ユニットからホログラムスクリーンに入射する投影光のホログラム層での強回折角度が観察者方向に指向する角度としてあればよい。したがってホログラムスクリーンを作製するときに参照光および物体光を投射する角度等を適宜選択することにより投影角度は

8

大きくも小さくもできる。表示装置の奥行き寸法を小さくしたければ投影角度はもっと大きくしてもよいし、0次回折光が視域を侵さない限度において小さくしてもよい。またホログラムスクリーンの傾斜角を10度としたが、これは表示装置における一般的な数字であって表示装置の用途、大きさに応じて適宜、別の傾斜角とすることができる。また想定視距離やプロジェクタ投射距離についても表示装置の用途、大きさに応じて装置の設計段階で決定すればよい。

10 【0028】また投影レンズは通常のガラス等の材質である凹レンズ、凸レンズを組み合わせて構成したものでもよいし、ホログラムに集光機能を持たせたホログラムレンズでもよい。ホログラムレンズの場合、装置を小型化することができ、しかも回折パターンの中に不要な紫外線や赤外線を除去するフィルタの機能も併せて記録することができる。

【0029】また光源としてハロゲンランプを使用したのがキセノンランプ、メタルハライドランプ等とすることもできる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表示装置の全体縦断面図である。

【図2】本発明の表示装置の要部を説明する図である。

【図3】本発明の表示装置の作動を説明する光路図である。

【符号の説明】

1 ホログラムスクリーン

11 基板

12 ホログラム層

2 ケーシング(基台)

21 天板

22 開口部

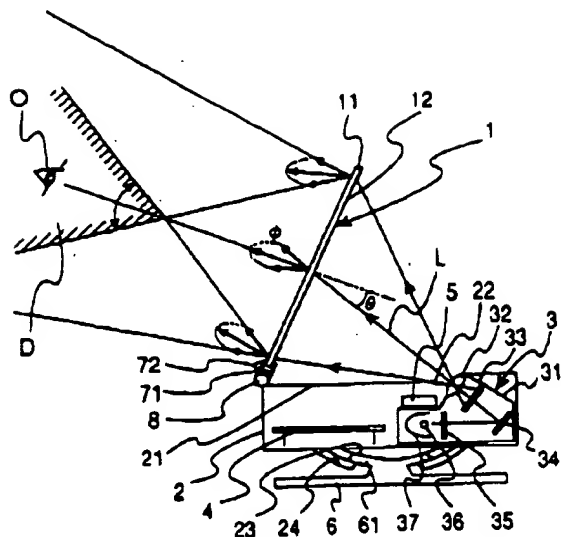
3 投影光学ユニット(投影手段)

L 主光軸(投影光)

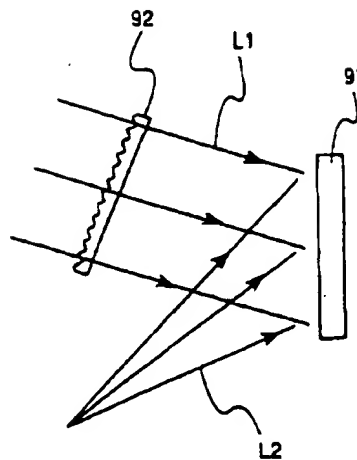
O アイポイント(観察者)

θ 投影角度

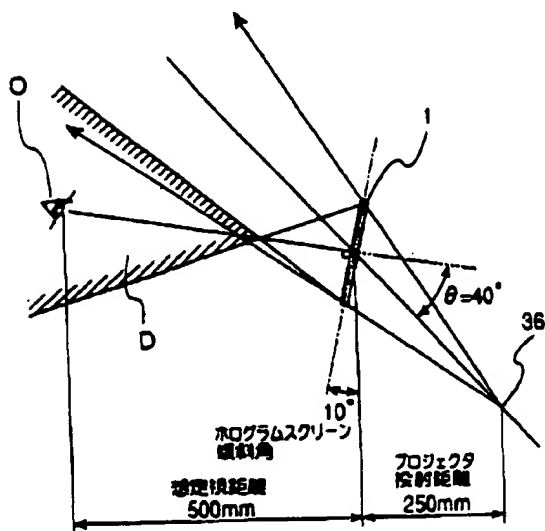
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 橋川 淳  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社  
社日本自動車部品総合研究所内

JP 9-113995/RCA 88698 PCT/DPF(MPM)/No. 4426

- (19) Office of Patents, Government of Japan (JP)
- (11) Patent Application Kokai (Laid Open) No. Toku Kai Hei 9-113995
- (12) Kokai Patent Koho (Publication) (A)
- (43) Kokai Date: May 2, 1997

--

- (51) Int. Cl.<sup>6</sup> G 03 B 21/10

Discrimination Code:

Intra-office Coordination No.

Fl. Technilogy Disclosure location

G 03 B 21/10 Z

Request for Examination: Not filed as yet.

Number of Claims: Eight FD

(Total No. of Pages - Six)

--

- (21) Application No. Toku Gan Hei 7-299095
- (22) Date of Application: October 23, 1995
- (71) Applicant: 000004280 Kabushiki Kaisha Sony (Sony Incorporated),  
One 1-chome, Showa Machi, Kariya Shi, Aichi Ken
- (71) Applicant: 000004695 Kabushiki Kaisha Nippon Jidosha Buhin Sogo  
Kenkyusho (Japan Automobile Parts Research Center, Limited), 14  
Iwatani, Shimo Hakaku Cho, Nishio Shi, Aichi Ken
- (72) Inventor: Shoshu Takeuchi, c/o Nippon Denso Kabushiki Kaisha  
(Nippon Denso Company, Limited), One 1-chome, Showa Machi, Kariya  
Shi, Aichi Ken
- (72) Inventor: Ri KoiKe, c/o Nippon Denso Kabushiki Kaisha, One 1-chome,  
Showa Machi, Kariya Shi, Aichi Ken
- (74) Agent: Kyuma Ito, patent attorney  
(To be continued to the final page)

--

- (54) (Title of Invention) Display Device

- (57) (Summary)

(Task) To obtain bright display images, to make it possible to view

satisfactorily in conformity with the posture of the viewer and to prevent a deterioration of the picture quality from taking place by using a display device of such a type as will make it possible to view the real image.

(Means for Solution)

A hologram screen 1 of the transmission type provided in such a way as to face the observer O and forming a hologram layer 12 on a substrate 11 and a projection means 3 for the projection of a display image onto this from an oblique direction at a prescribed projection angle ( $\theta$ ) are provided. The projection angle ( $\theta$ ) is set as the angle at which the strong diffraction angle on the hologram layer 12 of the projection beam L that enters the hologram screen 1 from the projection means 3 faces in the direction of the observer O, thereby making it possible for the radiant light of the light source to be effectively diffracted and made incident into the eyes of the observer O by means of the hologram screen 1.

In addition, the hologram screen 1 and the projection means 3 are provided on a common stand 2 and these are supported in such a way that both the angle of elevation and the azimuth angle may be variable. Moreover, the hologram layer 12 that affects the quality of the picture is positioned on the reverse side of the substrate 11 which the observer O does not directly touch.

(Insert the drawing on p. (1).)

--

(Scope of Claims for Patent)

(Claim 1)

A display device comprising a hologram screen of the transmission type provided in such a way as to face the observer and forming a hologram layer on the substrate and a projection means for projecting a display image on the said hologram screen from an oblique direction

at a prescribed angle of projection, so as to make it possible for the observer to observe the display image that has been projected onto the said hologram screen, characterized in that the said projection angle is made the angle at which the strong diffraction angle on the said hologram layer of the projection light that enters the said hologram screen from the said projection means is directed in the direction of the observer.

(Claim 2)

A display device as described in Claim 1, where the said hologram screen and the said projection means are provided on a common stand, with the said base stand being such that its angle of elevation and its azimuth angle may become variable.

(Claim 3)

A display device as described either in Claim 1 or Claim 2, where the said hologram screen is arranged in such a way as to face the said observer on the said substrate side.

(Claim 4)

A display device as described in Claim 1 through Claim 3, characterized in that a transparent protective film has been formed on the surface of the said hologram of the said hologram screen.

(Claim 5)

A display device as described in Claim 1 through Claim 4, where the said hologram screen and said projection means are provided on a common base stand, with the said hologram screen being provided on said base stand in such a way as to be freely detachable.

(Claim 6)

A display device as described in Claim 1 through Claim 5, in which the said stand is constituted by a casing in which

an opening part has been provided on the ceiling plate, the said projection means is stored in the said casing, with the projection direction of the display image facing in the direction of the said opening part and the said hologram screen, arranged at the image-forming position of the said display image, is provided on the said casing.

(Claim 7)

A display device as described in Claim 1 through Claim 6, characterized in that a luminance correcting filter for the correction of the luminance distribution of the display image is provided halfway on the optical passage of the optical system which is composed of the said hologram screen and said projection means or in the vicinity of the said hologram screen.

(Claim 8)

A display device as described in Claim 1 through Claim 6, characterized in that the diffraction efficiency of the said hologram screen is distributed in a ... (Translator's Note: two characters are unclear but look like) ... trend which is opposite to the luminance distribution of the projection image.

(Detailed Explanation of the Invention)

(0001)

(Technical Field to Which the Invention Belongs)

This invention relates to a display device which makes it possible for the observer to view the display image in superimposition with the background.

(0002)

(Technology According to Prior Art)

As display devices, CRT and the liquid crystal display

plate, etc. have been widely used in the past. According to these display devices, only the display screen is displayed, with a consequence that, in the case of such operation as inputting a chit, etc., the operator has been burdened with extra work involving the frequent movements of his gaze. Under the circumstances, a display device which makes it possible for the viewer to view the display image in superimposition with the background has been demanded.

As such a display device, the head-up device is available. It comprises a display part for outputting a display image and a combiner of semi-transmission and semi-reflection which is installed in opposition to the observer, whereby the display image is reflected by the combiner so that a virtual image of the display image may be reflected in the eyes of the observer.

It has been commercialized in the meter display, etc. in airplanes and automobiles, as it enables viewing of display image and its background without drastically moving the eyes of the observer.

According to the said head-up device, however, the position of the virtual image moves back by the length of the gaze between the output surface of the image in the display part and the combiner, thereby making it unsuitable for use in desk-top operation. Under these circumstances, there developed a display device as described in the Official Publication of Toku Kai Hei 4-293032 and the Official Publication of Toku Kai Hei 4-298710, whereby the display image that has been outputted at the display part is projected onto a hologram screen, thereby making it possible for the display image

to be observed as a real image.

(0003)

(Problem to be Solved by the Invention)

In the case where a display image is superimposed on its background for observation, there is a need to obtain a display image which is as bright as the background. According to the above-described display device, however, the acquisition of a bright display image requires a large-scale light source for the projection device. In addition, the hologram screen is fixed to the casing or the desk, thereby restricting the posture and position of the observer, with a consequence that the display image may not be viewed satisfactorily, depending upon the sitting height of the observer, thereby producing a handling problem.

In view of the fact that the hologram screen which serves as a display surface is located close to the observer as in the case of the conventional display device, a result is that the hologram layer tends to be damaged easily and that the quality of the display image that the observer observes tends to be deteriorated.

(0004)

This invention was culminated in view of the above-described problem. Its purpose lies in offering a display device capable of obtaining a bright display image at high efficiency with a small light source, avoiding any increase in the size of the light source, with the display image being viewed satisfactorily irrespective of the posture and the position of the observer, where

there is little deterioration in the display image.

(0005)

(Means for Solving the Problem)

The display device according to this invention comprises a hologram screen of the transmission type which is provided in opposition to the observer O and a projection means 3 for projecting the display image onto the hologram screen in an oblique fashion, in which the projection angle ( $\theta$ ) in oblique projection is used as the angle at which the strong diffraction angle on the hologram layer 12 may be directed in the direction of the observer O.

Because of the above, the projection light that has been diffracted in the hologram layer 12 effectively enters the eyes of the observer O, with a consequence that the display image appears bright. In addition, the light source of the projection means 3 is made as small as possible, thereby saving the power consumption and reducing the size of the device. (Reference should be made to Claim 1.)

(0006)

According to this invention, the hologram screen 1 and the projection means 3 are supported on a common stand 2 where the angle of elevation and the azimuth angle are made variable, thereby making it possible for the area of sight to be changed, depending upon the sitting height of the observer O while holding the projection angle ( $\theta$ ) at the angle at which the strong diffraction angle on the hologram layer 12 of the projection beam may be directed toward the observer, thereby improving the practical effect of the device. (Reference should be made to Claim 2).

(0007)

According to this invention, the hologram screen 1 is positioned in such a fashion as to face the observer 0 on the side of its substrate 11 and, even if the observer 0 or some one else happens to touch the hologram screen 1, the diffraction pattern that has been formed on the hologram layer 12 may not be damaged and the quality of the image may not deteriorate during the course of its use. (Reference should be made to Claim 3.)

In addition, a protective film made of acryl, etc. is formed on the surface of the hologram layer 12 of the hologram screen 1 for the protection of the said diffraction pattern. (Reference should be made to Claim 4.)

(0008)

According to this invention, the hologram screen 1 is set up on the said stand 2 in such a manner as is freely detachable and the hologram screen 1 with different observable range is suitably exchanged, thereby enabling the display, depending upon the particular use. (Reference should be made to Claim 5.)

(0009)

The display device according to this invention is stored in a casing 2 as a stand with an opening 22 being formed on its ceiling plate 21, with the projection of the projection means 3 being in the direction of the opening part 22, the hologram screen 1 is provided facing the projection means 3 in the casing 2 and it has been made easily transportable, while the projection angle ( $\theta$ ) is being maintained at such

an angle that the strong diffraction angle on the hologram layer 12 of the projection beam may be directed in the direction of the observer. (Reference should be made to Claim 6.)

(0010)

According to the display device of this invention, a luminance correction filter for the correction of any unevenness of the display luminance on the hologram screen 1 is provided halfway on the light passageway of the optical system which is composed of a hologram screen 1 and a projection means 3 or at a position which is in the vicinity of the hologram screen 1, thereby reducing the luminance irregularity in the display image which is produced by projection onto the hologram screen 1 in an oblique direction. (Reference should be made to Claim 7.)

In addition, the luminance irregularity in the display image is reduced by making it a display device wherein the diffraction efficiency of the hologram screen 1 is made high at the position where the luminance is low on the hologram screen 1 and low at the position where the luminance is high. (Reference should be made to Claim 8.)

(0011)

(Forms of the Application of Invention)

A display device according to this invention is shown in Figure 1.

The casing 2 that serves as the base of the display device is in the shape of a thin box, which is supported on a stand 6. An opening 22 is formed on its ceiling plate 21. At the top of the casing 2, a hologram screen

1 is arranged. The hologram screen 1 formed as follows: A hologram layer 12 is formed on a transparent substrate 11 and this is formed like a flat plane in a rectangular form.

The substrate 11 is positioned on the side of the observer O, with its lower end being inserted into the groove in the hologram screen receiving part 71 that has been provided along the front edge of the ceiling plate 21 of the casing 2.

The hologram screen receiving part 71 and the hologram screen 1 are joined by an installation screw 72 that runs through them. The hologram screen receiving part 71 is linked to the hinge 8 that is provided at the front part of the ceiling plate 21 and the hologram screen 1 is locked at a prescribed angle at the time when the display device is in use and is laid down on the ceiling plate 21 at the time when it is not in use. In this manner, it can be easily stored and dust is prevented from entering through the opening 22.

(0012)

Inside the casing, a projection optical unit 3 as a projection means is stored. The casing 31 for the projection optical unit 3 is thin and rectangular, with its top being swollen on the interior side. At the opening that has been formed on an inclined surface on this side of the said swollen part, a projection lens 32 is inserted in such a way as to oppose the hologram screen 1.

At the position for image forming on the hologram screen 1 at the back of the projection lens 32, a liquid crystal display element 33 is provided in opposition

thereto so that the display image that is outputted on the liquid crystal display element 33 may be expanded and projected onto the hologram screen 1 through a projection lens 32. All of these form a projection optical system.

The angle formed between the main optical axis L from the liquid crystal display element 33 to the hologram screen 1 and the normal line on the display surface of the hologram screen 1 (which will hereafter be referred to as the projection angle) ( $\theta$ ) is set at an angle to be described later, based on the characteristics of the hologram screen 1.

(0013)

On the front of the case 31, a halogen lamp 36 and a reflector 37 in a concave shape as arranged in such a way as to surround its periphery are provided. The light that has been emitted from the halogen lamp 36 is collected by the reflector 37 and, after placing them in a light collection state for the parallel beams, etc., same is effectively radiated to the interior side of the case 31 at high efficiency.

On its optical axis, an optical filter 35 for the elimination of the infra-red rays and ultra-violet rays and a mirror 34 are provided and the light that has been emitted from a halogen lamp 36 reaches the mirror 34, where its direction is converted obliquely upward on this side so as to illuminate the liquid crystal display element 33, thereby forming an illuminating optical system.

(0014)

A fan for cooling purposes 5 is provided on the

upper surface of the case 31 so as to discharge the heat of the halogen lamp 36, etc. A circuit substrate 4 is provided on this side of the casing 2 and a driver circuit for driving the liquid crystal display element 33 by using a video signal of the NTSC or RGB, etc. which are outputted from the video or computer, etc. that have been connected to the video input terminals, a halogen lamp 36 and the power source circuit, etc. for the cooling fan 5, etc. are formed.

(0015)

On the lower surface of the casing 2, downwardly facing convex-shaped ball-shell parts 23 and 24 are formed up and down in double, with an opening being formed at the center of the ball-shell part 24 on the outside. The ball-shell part 23 on the inside is supported by a concave-shaped ball-shell shaped receiving dish 61 with the stand 6 facing upward. When the casing 2 moves along the receiving dish 61, its angle of elevation and the azimuth angle are changed.

The diameter of the opening part of the outside ball-shell part 24 of the casing 2 is smaller than the diameter of the receiving dish 61 of the stand 6 so that the casing 2 and the stand 6 may not be disengaged unintentionally.

(0016)

The following explanation will be given regarding the hologram screen 1 and the projection angle. To the hologram screen 1, an object beam L1 which is transmitted through a dispersion plate 92 made of frosted glass, etc. against the dry plate 91 which is formed by a photo-

polymer or DCG (gelatine bichromate), etc. is projected and, at the same time, a reference beam L2 is projected from the side which is the same as the object beam L1. Because of this, the dry plate 91 becomes a hologram optical element of the transmission type where the hologram diffraction lattice containing the information of the dispersion plate 92 is recorded. This becomes a hologram screen 1.

The direction in which the light that has entered the hologram screen 1 at a certain incident angle is strongly diffracted depends upon the angle at which the object beam L1 and the reference beam L2 are projected. In addition, the dispersion angle  $\phi$  of the light that has entered the hologram screen 1 is dependent upon the dispersion characteristics of the dispersion plate 91.

The hologram screen 1 is locked at a prescribed incline angle at the time when the display device is in use and the projection angle ( $\theta$ ) is fixed at such an angle that the projection light that has entered the hologram screen 1 is directed in the direction of the observer O at a strong diffraction angle (which is ordinarily a direction at a right angle with the hologram screen 1 as is shown in Figure 1).

(0017)

Action of the above display device will be explained below. The observer adjusts the angle of elevation and the azimuth angle of the display device in conformity with his sitting height and the set location of the display device, etc. so as to make it easier for him to

view the hologram screen 1 (ordinarily in such a way that the observer may directly face the hologram screen 1).

When a video signal enters from a video device, etc., the driver circuit of the circuit substrate 4 drives the liquid crystal display element 33, with a result that a display image is outputted in the liquid crystal display element 33.

(0018)

Meanwhile, the infra-red rays and the ultra-violet rays are removed from the radiant beam of the halogen lamp 36 by means of an optical filter 35, with only the visible ray being reflected obliquely upward by the mirror 24 and enters the liquid crystal display element 33. The display image that has been outputted on the liquid crystal display element 33 forms a real image on the hologram screen 1 by the projection lens 32 and the light that has formed the real image is diffracted by the hologram layer 12 to be radiated in a conical shape at a certain dispersion angle  $\phi$ .

The range of those points where the cones from all of the points in the display area of the hologram screen 1 are overlapped is the range where the display image can be viewed (which is the hatched area in the figure; it will be referred to as the range of sight hereafter). D.

Since the projection angle (theta) has been set as the angle at which the strong diffraction angle on the hologram layer 12 of the projection light that enters from the projection optical unit 3 into the

hologram screen 1, the radiant light of the halogen lamp 36 effectively reaches the range of sight D. In addition, the observer O will be able to view the display image which is bright in the range of sight D even without making the size of the light source of the projection optical unit 3 any larger.

(0019)

Figure 3 shows a light passageway which is equivalent to the optical system of the above-described display device. Here, the hologram screen 1 is 14 inches (accordingly, the length of the short side is 222 millimeters), the projection angle is 40 degrees, the angle of the incline of the hologram screen 1 is 10 degrees, the optical distance in the horizontal direction between the halogen lamp 36 and the hologram screen 1 (which will hereafter be referred to as the projector projection distance) is 250 millimeters and the eye point O of the observer is located at a point which is 500 millimeters on this side of the hologram screen 1 (which is a normal distance for viewing a display device of approximately 14 inches; it will hereafter be referred to as the imaginary sight distance).

Among the beams that have been radiated from the halogen lamp 36, the beam that is diffracted on the hologram screen 1 progresses toward the eye point O of the observer, thereby forming a range of sight D around the eye point O of the observer.

Meanwhile, the zero degree diffraction beam that proceeds directly from the hologram screen 1 is radiated upward from the eye point O of the observer (the range

that is sandwiched by two arrow marks extending from the halogen lamp 36 in the figure). If the eye point of the observer exists at the position where the zero degree diffraction light is radiated, the halogen lamp 36 reflects on the eyes in such a way as to be glaring.

Nevertheless, the range where the range of sight D and the area where the zero degree diffraction light are overlapped is extremely small, with the eye point O of the observer being away from the range where the zero degree diffraction light is radiated. Ordinarily, therefore, there is no possibility for the halogen lamp 36 to be glaring at the observer's eyes and the display image can be viewed pleasantly.

(0020)

The eye point O of the observer faces the hologram screen 1 from a distance of nearly 500 millimeters as in the case of the ordinary display device. Therefore, there may be occasions when the surface of the hologram screen 1 may be touched but the substrate 11 of the hologram screen 1 which is located on the side of the observer does not particularly affect the quality of the display image even if the observer O may touch it. Moreover, there will be no reason why the hologram layer 12 that is formed on the reverse side should be touched, with a result that the delicate diffraction pattern of the hologram layer 12 will not be damaged, and that, therefore, the quality of the image will not be deteriorated.

Moreover, any smears or dirt on the side of the substrate 11 can be wiped off with a piece of cloth,

thereby making it easier to maintain it.

(0021)

Should the hologram layer 12 be damaged by some reason or another, it is only necessary to dismantle the hologram screen 1 by removing the installation screw 72 and install a new hologram screen in its place. In this manner, maintenance work can be simple. It is also possible to prepare a plurality of hologram screens of different ranges of sight, thereby making it possible for one with a wide range of sight to be used for viewing by a plurality of observers and one with a narrow range of sight to be used for viewing by an observer or two.

(0022)

In another example, a plurality of projection optical units are arranged at different locations and a plurality of display images are projected onto the hologram screen. The hologram screen is prepared by multiplex exposure using a plurality of combinations of the incident angles of the reference beam and the object beam. The projection angle of each projection optical unit is made the angle at which the strong diffraction angle on the hologram layer of the projection beam which enters the hologram screen from each projection optical unit may be directed in different directions for the respective projection optical units, thereby forming the respective ranges of the sight in the above-mentioned different directions.

According to such a display device, it becomes possible to separately view a plurality of display images

that are projected onto one hologram screen by changing the viewing angle. In this case, it would be better to weaken the dispersion characteristics of the dispersion plate in such a way that the dispersion angle of the hologram screen may become smaller in order to improve the separation of the display image.

(0023)

The hologram screen and the projection optical unit have been stored as one body in the casing; however, it is not restricted to this arrangement. It is possible to incorporate same into a desk, etc. which serves as the base. Otherwise, the hologram screen and the projection optical unit may be separated from each other.

(0024)

In addition, the casing has been given such a structure that the stand supports the receiving dish part of a ball shell shape, thereby making it possible for the angle of elevation and the azimuth angle to be changed at the same time. However, it is possible to adopt a mechanism whereby the angle of elevation and the azimuth angle may be adjusted independent of each other. For example, the hinge mechanism and the rotary table mechanism can be combined.

(0025)

Moreover, the hologram screen was arranged in such a way that the substrate side may be located on the side of the observer. However, it is also possible to form a hard coating of acryl as a protective film on the surface of the hologram layer, thereby preventing the hologram layer from being damaged. In such a case, there is no reason why the substrate side should always be positioned on the side of the observer.

(0026)

When the display image is projected obliquely, the display image that is projected onto the hologram screen shows such a distribution that the display luminance is high at the center of the optical axis and low in the peripheral part. However, it becomes possible to uniformize the luminance distribution by inserting a luminance correcting filter in which the aforementioned peripheral part has a higher transmission rate than the said center in close proximity with the hologram screen.

Otherwise, a similar effect can be obtained by using a hologram screen in which the diffraction efficiency of the hologram layer of the hologram screen is lower at the center than in the peripheral part.

In the case of such a hologram screen, it is only necessary for the luminance distribution of the dispersion plate to be lower at the location corresponding to the optical axis center than at the position corresponding to the said peripheral part. For example, a filter for lowering the transmission rate is arranged on the side of the exit at the position corresponding to the optical axis center of the dispersion plate.

By obliquely projecting a display image, moreover, the display image that is projected onto the hologram screen produces a trapezoidal distortion whereby the projection magnification becomes large on the upper surface but small on the lower surface. If the display image that is outputted to the liquid crystal display element is given such a distortion as will cancel the said trapezoidal distortion beforehand, it becomes possible to project a display image without a trapezoidal

distortion to the hologram screen.

(0027)

Moreover, the angle of projection was set at 40 degrees. However, said angle is not limited to this alone. It is only necessary for the strong diffraction angle on the hologram layer of the projection beam that enters the hologram screen from the projection optical unit to be directed in the direction of the observer. Therefore, the projection angle can be made either large or small by suitably changing the angle, at which the reference beam and the object beam are projected at the time when the hologram screen is being prepared.

If it is desired to reduce the depth dimension of the display device, it is possible to increase the projection angle, and it may be made smaller insofar as the zero degree diffraction light may not infringe on the range of sight.

Moreover, the incline angle of the hologram screen was set at 10 degrees. This is a general number in the display device and some other angle of incline may be used in conformity with the usage of the display device and its size.

Further, even the imaginary sight distance and the projector projection distance can be determined during the design of the device in conformity with the usage and size of the display device.

(0028)

In addition, the projection lens may be constituted by a combination of concave lens and convex lens made of the same material as the material of ordinary glass, etc. It may be the lens which has given a condensing function to the hologram.

In the case of a hologram lens, the size of the device can be reduced. Moreover, it becomes possible to simultaneously record the function of a filter for the removal of the ultra-violet ray or the infra-red ray which are unnecessary in the diffraction pattern.

(0029)

A halogen lamp was used as the source of light. However, it becomes possible to use a xenon lamp or a metal halide lamp, etc.

(Concise Explanation of the Drawings)

(Figure 1)

This is a cross section of the entire display device according to this invention.

(Figure 2)

This is shown for the purpose of explaining the essential part of the display device according to this invention.

(Figure 3)

This is an optical passageway figure shown for the purpose of explaining the action of the display device according to this invention.

(Explanation of the Codes Used)

- 1. Hologram screen
- 11. Substrate
- 12. Hologram layer
- 2. Casing (substrate)
- 21. Ceiling plate
- 22. Opening part
- 3. Projection optical unit (projection means)
- L. Main optical axis (projection light)
- O. Eye point (observer)

(Theta). Projection angle

--

(Insert Figures 1 and 2 on p. (6).)

(Insert Figure 3 on p. (6). a. Hologram screen angle of incline. b. Imaginary sight distance. c. Projector projection distance.)

--

(Continued from the front page)

(72) Inventor: Jun Hashikawa, c/o Kabushiki Kaisha Nippon Jidosha Buhin Sogo Kenkyusho (Japan Automobile Parts Research Center. Limited), 14 Iwatani, Shimo Hakaku Cho, Nishio Shi, Aichi Ken